

EDSON IGLESIAS

AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA AS DIFERENTES
FASES DE PRODUÇÃO DE AVES DE CORTE UTILIZANDO CARTAS DE
CONTROLE

São Cristóvão

Março 2020

EDSON IGLESIAS

AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA AS DIFERENTES
FASES DE PRODUÇÃO DE AVES DE CORTE UTILIZANDO CARTAS DE
CONTROLE

TCC apresentado ao Departamento de Engenharia Agrícola – DEAGRI – UFS, referente ao componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Agrícola (AGRIC0037), como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrícola.

ORIENTADOR: WELINGTON GONZAGA DO VALE
COORIENTADORA: PATRÍCIA DE AZEVEDO CASTELO BRANCO DO VALE

São Cristóvão
Março 2020


EDSON IGLESIAS

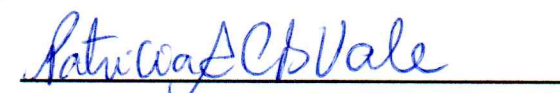
AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA AS DIFERENTES
FASES DE PRODUÇÃO DE AVES DE CORTE UTILIZANDO CARTAS DE
CONTROLE

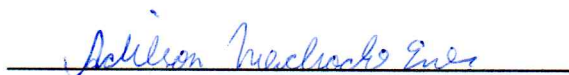
TCC apresentado ao Departamento de Engenharia Agrícola – DEAGRI – UFS, referente ao componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Agrícola (AGRIC0037), como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrícola.


Aprovado em: 17 de março de 2020.

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Welington Gonzaga do Vale
(Orientador)


Profa. Dra. Patrícia de A. C. B. Vale
(Coorientadora)


Prof. Dr. Adilson Machado Enes
(Banca Examinadora)


Prof. Dr. André Ricardo A. G. Pinto
(Banca Examinadora)

São Cristóvão
Março 2020

Agradecimentos

Neste tópico deixo meu sincero agradecimento aqueles que contribuíram direta e indiretamente para que eu concluísse o curso de Engenharia Agrícola.

Com um especial agradecimento ao meu ilustre mestre Profº Dr Wellington Gonzaga do Vale, pelos incentivos e a paciência nos meus mais difíceis momentos.

A UFS, por prover essa oportunidade e o estado de Sergipe por aparentar e ser um estado acolhedor repleto de pessoas bondosas. Agradeço também todos docentes que tive a oportunidade de conviver, mas em especial os docentes do DEAGRI, sem exceções, minha gratidão por todo conhecimento.

Com este paragrafo quero deixar clara minha gratidão pelos técnicos que me apoiaram e me acolheram, em especial aos do DEAGRI, assim como fazem sem distinção aos alunos do curso. A essencialidade deles para o funcionamento do curso é indescritível. Portanto, deixo em registro seus nomes nesse trabalho: Marluce, Flavia, Valfran e Diego. O esforço de vocês deve ser, no mínimo, devidamente reconhecido, pois nunca fui mal recebido ou mal assistido por qualquer um de vocês independentemente da situação dada. Muito obrigado por tudo.

Aos professores Welington Gonzaga do Vale e Patricia de Azevedo Castelo Branco do Vale, não acho atributos suficientes para elogiá-los, nem agradecimentos cabíveis na minha gratidão. Muito obrigado por depositarem confiança em mim sem ter nenhuma garantia, pelo tempo e pelo aprendizado passado. Que o meio acadêmico seja cada vez mais repleto de pessoas como vocês, que acreditam que o meio acadêmico é a força motriz que move o mundo.

Ao graduando de Engenharia Agrícola Rodolfo Ferreira Moura por ajudar nas coletas dos dados utilizados no meu trabalho.

Ao Engenheiro Agrícola Marcos Vinícius de Souza Chaves que desenvolveu o aparelho utilizado para coletar e calcular os índices de conforto, durante sua graduação na Universidade Federal de Sergipe.

Minha mãe, meus filhos e amigos externos a Ufs e em especial ao Dr. Jesus Gilberto Marquesini o qual me deu apoio moral quanto financeiro desde o início da minha vida acadêmica.

RESUMO

Possuindo um sistema termorregulador mais adaptado para reter calor do que para dissipá-lo, os frangos de corte, em especial os criados na região Nordeste do Brasil, constantemente se encontram em estresse por calor, o que limita sua produtividade. A busca por melhores índices zootécnicos e econômicos, frente aos desafios gerados pelo ambiente onde as aves são criadas, tem estimulado pesquisas relacionadas a modificações na estrutura dos galpões e nas dietas, na tentativa de amenizar os prejuízos causados pelas altas temperaturas sobre o desempenho dos animais. Assim, objetivou-se avaliar os valores da temperatura, umidade relativa do ar, o ITU (Índice de Temperatura e Umidade) e o ITGU (Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade) de um galpão experimental de frangos de corte, localizado no município de São Cristóvão/SE. Foi utilizado um aparelho, desenvolvido e validado pelo Departamento de Engenharia Agrícola, para calcular e armazenar os índices de conforto térmico no período de sete semanas. Para analisar os valores dos índices de conforto térmico foram utilizadas cartas de controle, elaboradas utilizando o programa Minitab 19. A partir da avaliação dos valores da temperatura, umidade relativa do ar, o ITU e ITGU do galpão de frangos de corte, todos não condizentes com os recomendados pela literatura, foi possível observar a necessidade de alterações no ambiente de criação para se obter condições ideais de conforto térmico para a produção de frangos de corte, bem como faz-se necessário um estudo da viabilidade econômica, considerando os investimentos para adequar o ambiente à produção dessas aves.

Palavras-Chave: Zootecnia de Precisão; Ambiência Animal; Limites de Controle.

ABSTRACT

Having a thermoregulatory system more adapted to retain heat than to dissipate it, broiler chickens, especially those raised in the Northeast region of Brazil, are constantly under heat stress, which limits their productivity. The search for better zootechnical and economic indexes, because of challenges generated by the environment where birds are raised, has stimulated research related to changes in the structure of the sheds and in diets, in an attempt to mitigate the damage caused by high temperatures on the performance of animals. Thus, the objective was to evaluate the values of temperature, relative humidity, ITU (Temperature and Humidity Index) and ITGU (Black Globe Temperature and Humidity Index) of an experimental broiler house located in the city of São Cristóvão/SE. A device, developed and validated by the Department of Agricultural Engineering, was used to calculate and store the thermal comfort indexes over a period of seven weeks. To analyze the values of the thermal comfort indexes, control charts were used, prepared using the Minitab 19 program. From the evaluation of the values of temperature, relative humidity, the ITU and ITGU of the broiler house, all of them not matching with those recommended by the literature, it was possible to observe the need for changes in the breeding environment to obtain ideal conditions of thermal comfort for the production of broilers, as well as an economic feasibility study, considering the investments to adapt the environment for the production of these birds.

Keywords: Precision Zootechnics; Animal Ambience; Control Limits.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Curva de variação da temperatura corporal de um animal homeotérmico.....	10.
Figura 2 – Funcionamento do aparelho no Laboratório de Metabolismo de Aves (LBMA).....	14.
Figura 3 – Laboratório de Metabolismo de Aves (LBMA), visto de frente.....	14.
Figura 4 – Laboratório de Metabolismo de Aves (LBMA), visto por trás.....	15.
Figura 5 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na primeira semana de idade em São Cristóvão.....	17.
Figura 6 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na segunda semana de idade em São Cristóvão.....	18.
Figura 7 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na terceira semana de idade em São Cristóvão.	18.
Figura 8 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na quarta semana de idade em São Cristóvão.	19.
Figura 9 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na quinta semana de idade em São Cristóvão.....	19.
Figura 10 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na sexta semana de idade em São Cristóvão.	20.
Figura 11 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na sétima semana de idade em São Cristóvão.....	20.
Figura 12 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na primeira semana de idade em São Cristóvão	22.
Figura 13 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na segunda semana de idade em São Cristóvão.	22.
Figura 14 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na terceira semana de idade em São Cristóvão.	23.
Figura 15 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na quarta semana de idade em São Cristóvão.	23.
Figura 16 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na quinta semana de idade em São Cristóvão.	24.
Figura 17 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na sexta semana de idade em São Cristóvão	24.

Figura 18 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na sétima semana de idade em São Cristóvão	26.
Figura 19 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na primeira semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.....	28.
Figura 20 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na segunda semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.....	28.
Figura 21 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na terceira semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.....	29.
Figura 22 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na quarta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.....	29.
Figura 23 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na quinta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.....	30.
Figura 24 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na sexta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.....	30.
Figura 25 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na sétima semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.....	31.
Figura 26 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na primeira semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico.....	32.
Figura 27 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na segunda semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico. **Faixa de desconforto térmico.....	33.
Figura 28 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na terceira semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico. **Faixa de desconforto térmico.....	33.

Figura 29 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na quarta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico. **Faixa de desconforto térmico.....	34.
Figura 30 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na quinta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico. **Faixa de desconforto térmico.....	34.
Figura 31 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na sexta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico.....	35.
Figura 32 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na sétima semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico. **Faixa de desconforto térmico.....	35.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de conforto de temperatura, umidade relativa do ar, do índice de temperatura e umidade (ITU) e do Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), em função da idade das aves.....Erro! Indicador não definido..

Tabela 2 – Valores do índice de temperatura e umidade (ITU) índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) para frangos de corte.....16.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Equação para calcular o Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU).....Erro! Indicador não definido..

Equação 2 – Equação para calcular o índice de temperatura e umidade (ITU)....15.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	10.
2.METODOLOGIA E MATERIAIS	13.
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17.
4.CONCLUSÕES	37.
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37.

1.INTRODUÇÃO

As condições ideais de temperatura e umidade são aquelas que dispensam ajustes para a obtenção do conforto térmico de aves criadas em regime confinado. O Brasil tem temperaturas médias variando entre 20 a 25°C durante o ano, fica caracterizado um País de clima tropical e subtropical, mais propenso ao estresse por calor do que por frio, portanto estas condições de ideais de temperatura e umidade, não existem. Assim como em qualquer região do País, sempre será necessário corrigir, ao longo do ano ou em determinado período, um ou mais dos elementos climáticos, para obter as condições favoráveis aos animais (FRANCA et al., 2007).

Em climas tropicais e subtropicais, os elevados valores de temperatura e umidade relativa do ar destacam-se entre os principais fatores que interferem negativamente na criação de aves. Segundo Casa e Ravelo (2003) estes fatores podem causar estresse e provocar impacto negativo na produção, comportamento, sanidade e bem-estar animal.

De acordo com Rivero (1986), os elementos mais importantes para os animais de interesse zootécnico são: temperatura do ambiente, umidade, velocidade do vento e radiação. Quando o ambiente se encontra favorável e o animal não precisa ativar seu sistema de regulação térmica é obtido o ponto ótimo para a produção, sendo essa a faixa de termoneutralidade, mostrada na Figura 1.

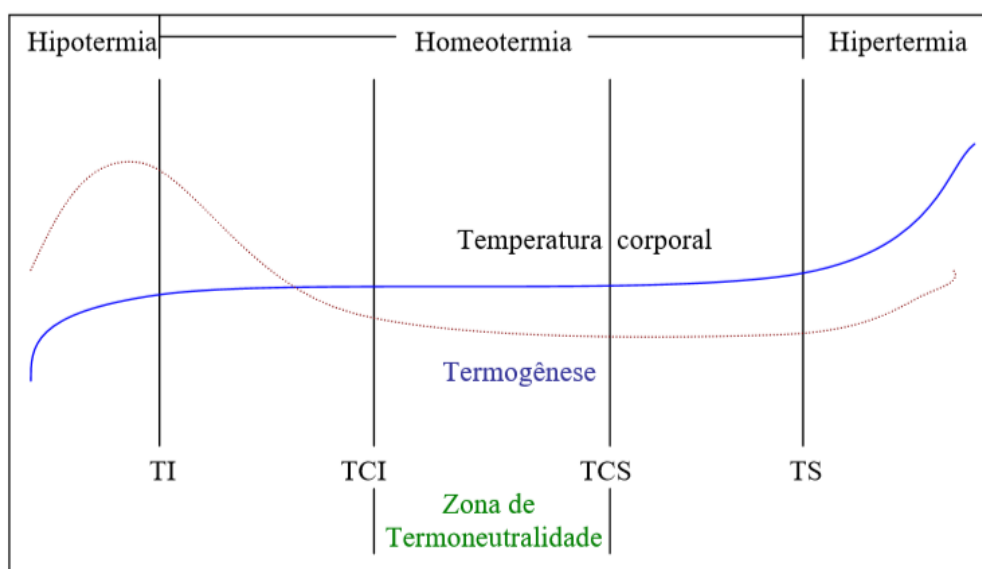


Figura 1 – Curva de variação da temperatura corporal de um animal homeotérmico. Fonte: Bridi, (2011).

As aves são animais classificados como homeotérmicos, apresentando a capacidade natural de manter a temperatura interna constante (BRIDI, 2010). Do ponto de vista termodinâmico, significa que as aves estão em troca contínua de calor com o meio, entretanto, este processo só se mostra eficiente quando a temperatura ambiente se encontra dentro de certos limites de conforto térmico (ABREU & ABREU, 2011).

A zona de conforto térmico, ou zona de termoneutralidade, pode ser definida como sendo a faixa de temperatura ambiente efetiva que proporciona conforto térmico e reduz a taxa metabólica a seu nível mínimo, ou seja, uma zona de temperatura ambiente em que o animal mantém a temperatura corporal com a mínima utilização de mecanismos termorreguladores. Dessa maneira, a fração de energia metabolizável destinada à termogênese é mínima, e a energia líquida destinada à produção é otimizada (FURLAN, 2006).

Para pintos de um dia, Furlan & Macari (2008) relatam a zona de conforto térmico dentro de uma temperatura ambiente entre 33 e 35°C com umidade relativa entre 65 a 70% e, com o desenvolvimento do frango de corte e a consequente maturação do sistema termorregulador, que atinge sua plenitude entre 10 e 15 dias de vida pós-natal, a zona de conforto térmico é reduzida de 33 para 24°C, com quatro semanas de idade e, para 21 a 22°C com seis semanas de idade.

Fora da zona de conforto térmico, os animais respondem com alterações comportamentais, bioquímicas e fisiológicas (NAZARENO et al., 2009), refletindo em decréscimo produtivo, reprodutivo e da resistência do organismo, sendo que extremos podem vir a ser letais. A condição ambiental deve ser manejada, na medida do possível, visando à permanência dos animais na sua faixa de conforto térmico, pois nessas condições, os sistemas de regulação de temperatura atuam com um dispêndio menor de energia, o que implica em ganho de peso e conversão alimentar mais eficiente, dentre outros benefícios (LIMA et al., 2009).

Não obstante a esse conceito, a otimização de processos foi impulsionada e aprimorada pela Zootecnia de Precisão. A Zootecnia de Precisão é a gestão da cadeia produtiva buscando uma melhoria nos processos de produção dos animais de interesse zootécnico, onde são utilizados sensores e computadores na automação de estabelecimentos.

Desenvolver de maneira eficiente, rentável e ambientalmente sustentável um manejo que minimize os efeitos negativos de estresse térmico, torna-se imprescindível

com as atuais mudanças ambientais. A solução imediata para o conforto animal é alterar seu microambiente com diversas estratégias para redução do desconforto térmico (MAYORGA et al, 2019).

Os mecanismos de controle de temperatura primários dependem fundamentalmente do ambiente que o animal está inserido, sendo esses: convecção, condução e radiação, o que exige um gradiente de temperatura entre o animal e o seu meio para ocorrer (COLLIER & GEBREMEDHIN, 2015). Os estabelecimentos que funcionam com base na Zootecnia de Precisão, estruturam-se no monitoramento automático e contínuo dos animais e dos elementos ou variáveis relacionadas à produção podendo potencializar a eficiência na produção e no controle de qualidade nas fazendas tornando produtores mais capacitados a responderem às pressões do comércio sobre seus produtos (MAYORGA et al, 2019).

Para garantir que o animal esteja em condições favoráveis para produzir foram desenvolvidos alguns indicadores sobre ambiente. Os índices de ITU (Índice de Temperatura e Umidade), CTR (Carga Térmica Radiante) e ITGU (Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade) são amplamente utilizados. A temperatura do ar e a umidade relativa são considerados fatores providenciais para troca de calor entre o animal e o ambiente (HERBUT et al., 2019). O ITU, que combina valores de Temperatura e Umidade por meio de um ajuste linear nas temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido, resulta num índice de conforto relacionando duas variáveis importantes em um único índice. Já o termômetro de globo negro indica a incidência de energia radiante no local, sendo então, uma maneira prática e barata de determinar quantitativamente tal componente ambiental. (HILL & WALL, 2015; HERBUT et al., 2018).

Assim, mesmo o ITU sendo um índice que mensura o conforto do ambiente, não traz respostas tão relevantes para regiões tropicais quanto o ITGU, pois este, por captar a energia radiante, consegue fornecer um valor de conforto mais próximo da sensação do indivíduo. Tendo em vista que no Brasil a presença excessiva do calor torna-se um limitante para que animais possam expressar seu máximo potencial produtivo, em galpões de produção e ambientes de trabalho, torna-se ainda mais interessante avaliar o ITGU.

A literatura cita inúmeros estudos relacionando a utilização de métodos de Controle Estatístico de Processo (CEP), tais como em gerenciamento de processos

ou de sistemas produtivos, destinados a monitorar a estabilidade e acompanhar seus parâmetros ao longo do tempo (ROSA, 2009). Estudos relatam que o uso correto do CEP e técnicas estatísticas permite o monitoramento da qualidade e redução da variabilidade eficaz, e posteriormente, promovendo uma melhoria do processo produtivo.

A estabilidade do processo visa minimização de custos de produção, maior consistência e previsibilidade, priorizando as principais características e propriedades das variáveis de forma quantitativa e contínua. Essas variáveis devem ser supervisionadas, avaliadas e controladas por meio de gráficos de controle de médias e desvio padrão, que expressaram os indicadores toleráveis em um determinado tempo (PAINES, 2014).

As cartas ou gráficos de controle de média e desvio padrão têm por finalidade acompanhar o processo, por meio de uma faixa de tolerância determinada por limites de controle, valores primordiais e aceitáveis para o controle da qualidade do processo. A variabilidade (oscilação do processo) é limitada pela Linha Superior Controle (LSC) e pela Linha Inferior de Controle (LIC), além da Linha Central (LC) (ROSA, 2009).

Sendo assim, objetivou-se neste trabalho comparar os valores da temperatura, umidade relativa do ar, o ITU e ITGU de um galpão de aves, localizado no município de São Cristóvão-SE com vistas à produção de aves de corte.

2.MATERIAL E MÉTODOS

O Estado de Sergipe localiza-se na Região Nordeste do País, ocupando uma área de 21,910 km². Esse estado está dividido em três mesorregiões e, para este trabalho, foi utilizado um município localizado na mesorregião Leste Sergipano, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 11° 0' 49" Sul e longitude de 37° 13' 21" Oeste.

Foi utilizado um aparelho desenvolvido e validado pelo Departamento de Engenharia Agrícola/UFS, para registrar as temperaturas de bulbo seco, úmido e globo negro, umidade relativa do ar, calcular o ITU e ITGU e armazenar em arquivo no formato de bloco de notas, em um microchip, através do shield Ethernet W5100, todos esses dados a cada 20 minutos.

O aparelho permaneceu do dia 17/06/2019 a 04/08/2019 em funcionamento no Laboratório de Metabolismo de Aves (LBMA), da Universidade Federal de Sergipe,

pertencente ao Departamento de Zootecnia, no campus de São Cristóvão. A Figura 02 mostra o aparelho dentro do LBMA medindo, calculando e armazenando os dados.



Figura 2 – Funcionamento do aparelho no Laboratório de Metabolismo de Aves (LBMA).

O LBMA possui uma largura de 6,00 metros e 18,50 metros de comprimento, uma altura de pé direito de 2,50 metros, apresenta piso de cimento, telhado de zinco e janelas com proteção de tela para renovação do ar, além de possuir ar condicionado para o resfriamento da temperatura interna.



Figura 3 – Laboratório de Metabolismo de Aves (LBMA), visto de frente.



Figura 4 – Laboratório de Metabolismo de Aves (LBMA), visto por trás.

As temperaturas e umidade relativa do LBMA foram registradas, setenta e duas vezes ao dia (de vinte e vinte minutos), por meio dos sensores de termômetros de bulbo seco e úmido e de globo negro, e sensor de umidade que o aparelho desenvolvido possui, mantido no centro do galpão. Assim que, os sensores registram os valores, os mesmos são armazenados e convertidos em valores, denominados ITU e ITGU, proposto por Thom, (1959) e Buffington et al. (1981), respectivamente.

Foi possível acompanhar em tempo real os dados do ambiente pelo display, que exibiu: horário, temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo negro, ITU e ITGU. O descarregamento dos dados foi realizado através do cabo Ethernet, necessitando somente conectar-se e entrar no endereço do shield.

Para o cálculo dos índices a literatura comumente cita Buffington et al. (1981) que sugere que o índice pode ser encontrado através da equação:

$$ITGU = 0,72 \cdot (T_{gn} + T_{bu}) + 40,6 \text{ (Eq.1)}$$

onde:

T_{gn} - temperatura do globo negro colocado no mesmo local que os animais ($^{\circ}\text{C}$);

T_{bu} - temperatura de bulbo úmido ($^{\circ}\text{C}$).

Para o ITU, Thom, (1959) traz a seguinte equação:

$$ITU = 0,8 T_s + [UR \cdot (T_s - 14,3) / 100] + 46,3 \text{ (Eq.2)}$$

onde: Ts é a temperatura média do ar (°C); UR é a Umidade relativa média do ar (%).

As equações 1 e 2 foram inseridas no código do microcontrolador para calcular os valores de ITU e ITGU.

Para confeccionar as cartas de controle usou as médias, de cada dado observado, durante os dias de cada semana.

Estes valores foram utilizados para comparação com as condições ideais de conforto térmico para aves de corte, em função da sua idade em semanas de vida (Tabelas 1 e 2 abaixo).

Tabela 1 – Valores de conforto de temperatura, umidade relativa do ar, do índice de temperatura e umidade (ITU) e do Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), em função da idade das aves

Idade (Semanas)	Temperatura (C°)	Umidade Relativa do Ar (%)	ITU (Ideal)	ITGU* (Ideal)
1	32 – 35	60 – 70	72,4 – 80,0	83,2 – 88,2
2	29 – 32	60 – 70	68,4 – 76,0	79,0 – 84,1
3	26 – 29	60 – 70	64,5 – 72,0	74,9 – 79,9
4	23 – 26	60 – 70	60,5 – 68,0	70,8 – 75,8
5	20 – 23	60 – 70	56,6 – 64,0	66,7 – 71,7
6	20	60 – 70	56,6 – 60,0	66,7 – 67,5
7	20	60 – 70	56,6 – 60,0	66,7 – 67,5

Fonte: ABREU & ABREU, 2001, com adaptações.

Tabela 2 – Valores do índice de temperatura e umidade (ITU) índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) para frangos de corte

Índice	Valores	Situação
ITU*	< 74	Conforto térmico
	74 – 79	Alerta e perigo
	79 – 84	Emergência
ITGU**	65 – 77	Conforto térmico
	> 77	Desconforto térmico***

*NASCIMENTO et al. (2011); **Adaptação de MEDEIROS et al. (2005), SARMENTO et al. (2005), OLIVEIRA et al. (2006), JÁCOME et al. (2007), MENEGALI (2009) NAZARENO et al. (2009);

***Desconforto para aves com mais de 15 dias de idade.

Na avaliação do conforto térmico animal, além das avaliações das variáveis climáticas isoladas, também foram desenvolvidos vários índices que incluem estas e outras variáveis para estimar o conforto das aves. Dentre estes índices, o índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), embora tenham sido inicialmente desenvolvidos para avaliar o conforto

térmico em bovinos, têm sido também usados para estimar o conforto térmico para outras categorias de animais.

Para analisar os valores dos índices de conforto térmico foi utilizada a carta de controle individual, que é uma das ferramentas do Controle Estatístico de Processo (CEP). As cartas de controle foram elaboradas utilizando o programa Minitab 19.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das temperaturas registradas durante todas as semanas de vida das aves no interior do galpão, constam nas Figuras 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

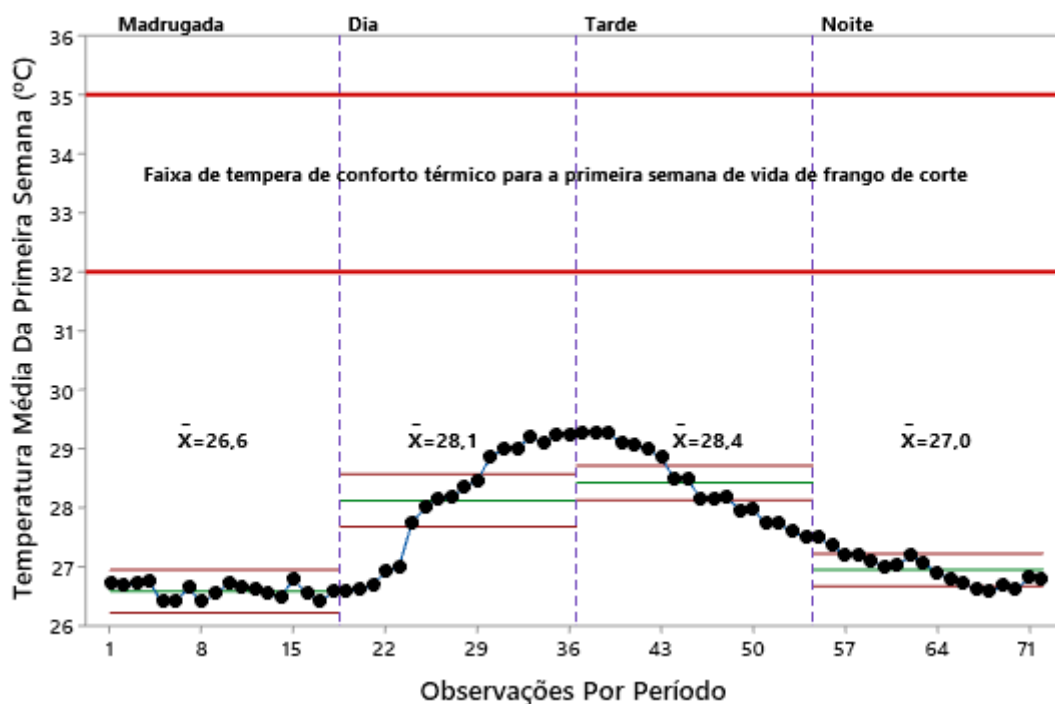


Figura 5 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na primeira semana de idade em São Cristóvão.

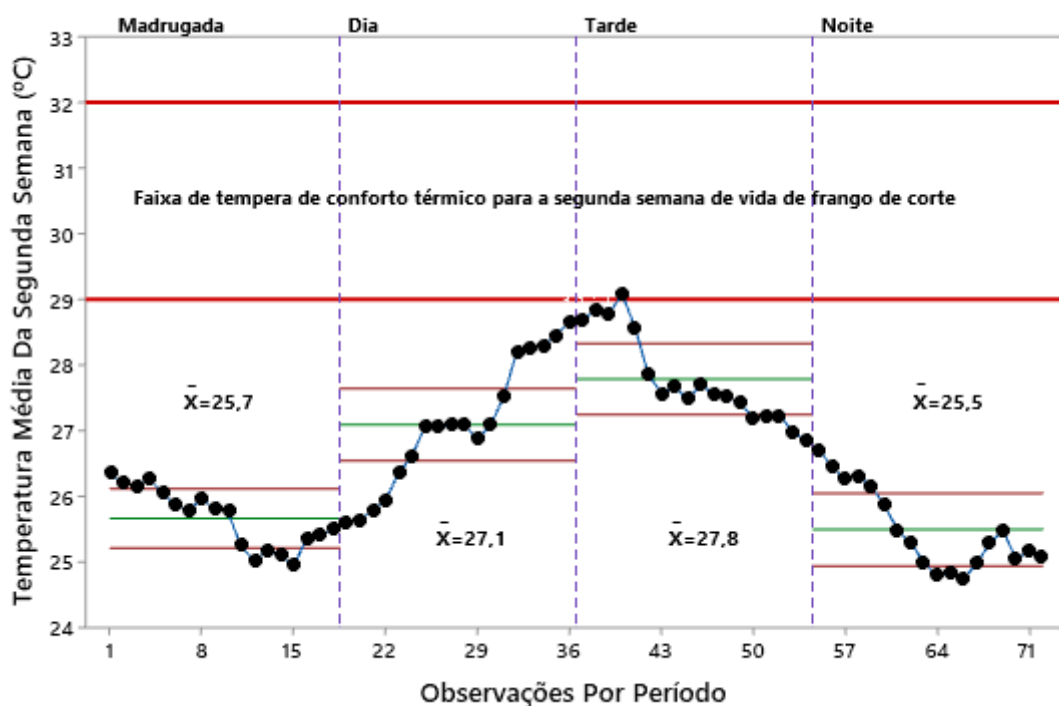


Figura 6 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na segunda semana de idade em São Cristóvão.



Figura 7 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na terceira semana de idade em São Cristóvão.

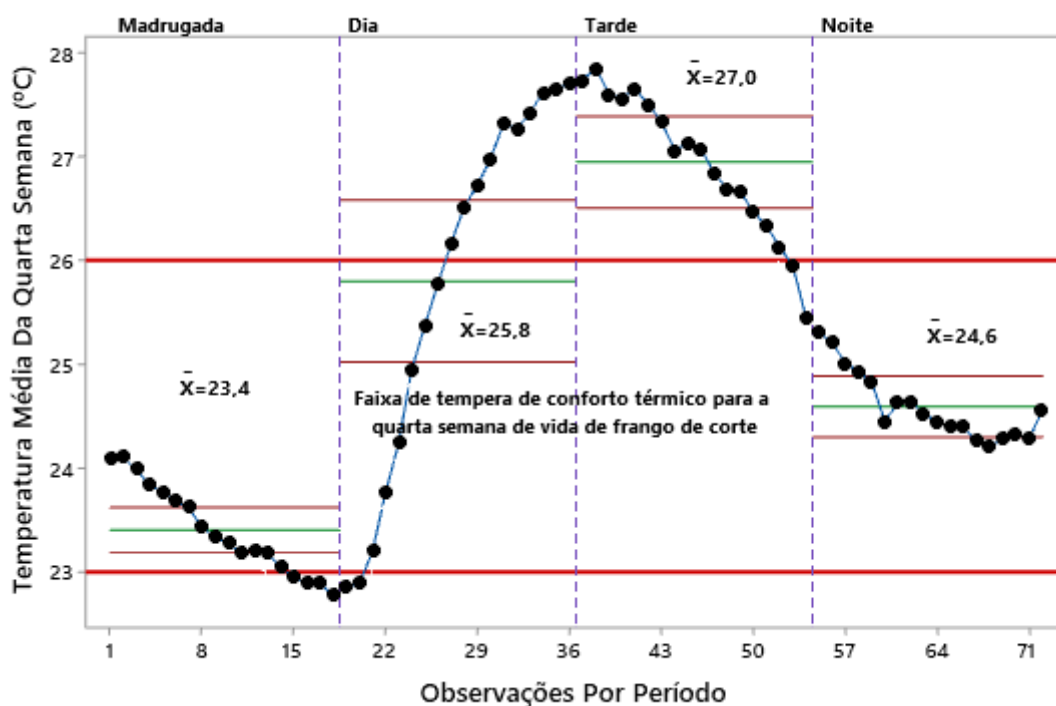


Figura 8 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na quarta semana de idade em São Cristóvão.



Figura 9 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na quinta semana de idade em São Cristóvão.

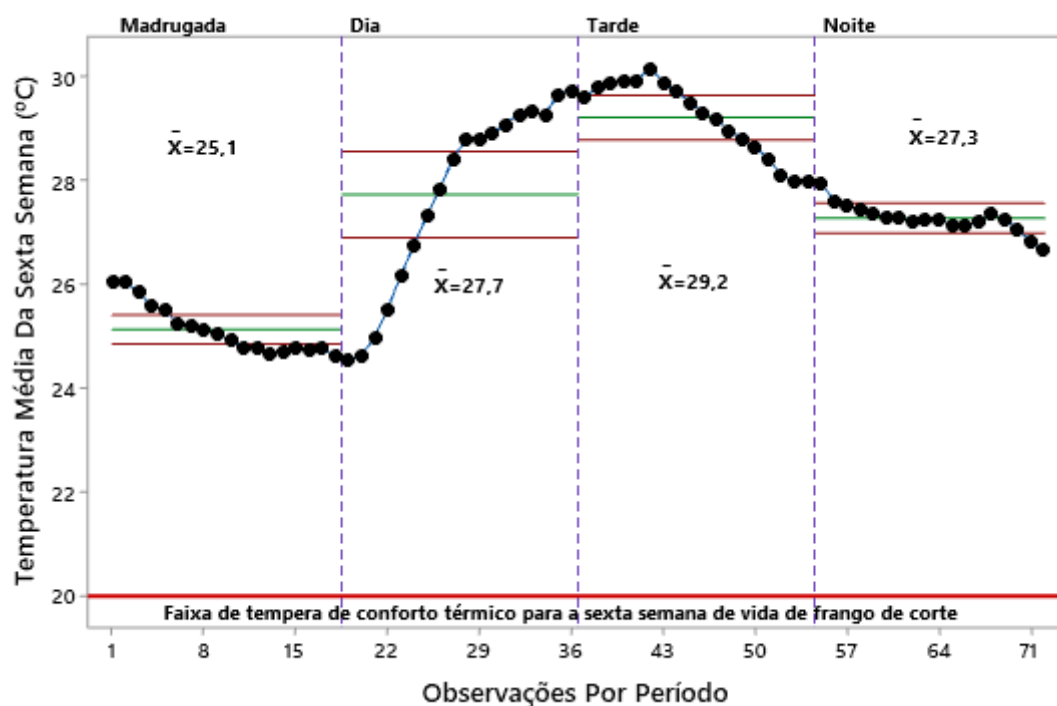


Figura 10 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na sexta semana de idade em São Cristóvão.

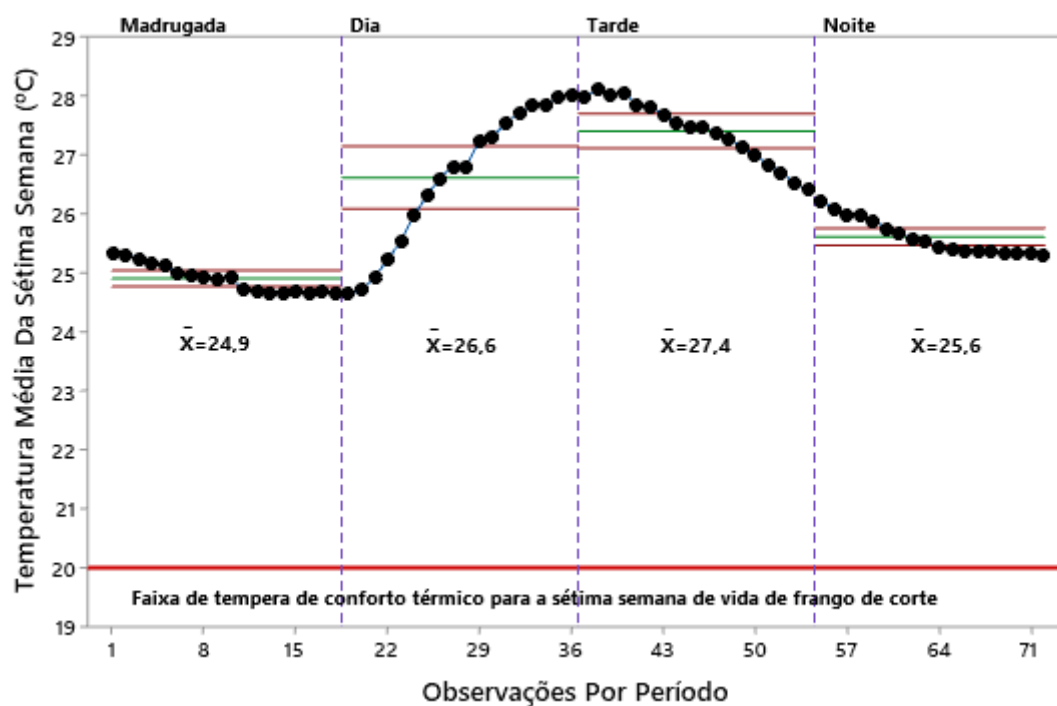


Figura 11 – Carta de controle individual para a temperatura média obtido para aves na sétima semana de idade em São Cristóvão.

Observando os valores médios da temperatura (Figura 5), durante os períodos madrugada, dia, tarde e noite, referente ao ciclo de vida de aves de corte, verificou-se que para a primeira semana de vida os valores encontrados, para a madrugada (26,6°C), dia (28,1°C), tarde (28,4°C) e noite (27,0°C), as aves nesta idade, não estariam em conforto térmico (temperatura ideal 32-35°C), para essa semana seria necessário uma fonte de aquecimento, já que os valores médios de temperatura ficaram abaixo da faixa de conforto (Tabela 1), sendo que no período da madrugada (26,6°C) foi registrado a menor média.

Já na segunda semana de vida os valores observados (Figura 6) foram, para a madrugada (25,7°C), dia (27,1°C), tarde (27,8°C) e noite (25,5°C), as aves nesta idade, não estariam em conforto térmico (temperatura ideal 29-32°C), para essa semana seria necessário também uma fonte de aquecimento, já que os valores médios de temperatura ficaram abaixo da faixa de conforto (Tabela 1), sendo que no período da noite (25,5°C) foi registrado a menor média. De acordo com recomendações na literatura (Tinôco, 2001; Macari et al., 2004; Ferreira, 2005; Medeiros et al., 2005; Menegali (2009); Cassuce et. al., (2013)), a temperatura para a faixa de conforto na primeira e segunda semana de vida das aves situa-se entre 32-34°C e 29-32°C .

O conforto térmico nas primeiras semanas das aves é importante por diminuir o efeito das variações térmicas do ambiente sobre o aparelho respiratório dos pintos, uma vez que o ar com baixa temperatura deve ser aquecido nas vias respiratórias para que a troca gasosa nos pulmões seja eficiente (FRANCO & FRUHAUFF, 1997). Quando submetido à temperatura abaixo da zona de conforto, o animal destina parte da energia ingerida para gerar calor para manutenção da temperatura corporal, o que leva à redução da produtividade (MCDOWELL, 1974).

A temperatura ambiente, por afetar a temperatura corporal da ave, é um dos fatores que influenciam a atividade enzimática das aves (ACAMOVIC & MCCLEARY, 1996). Até o período de 14-18 dias, o complexo enzimático das aves não está totalmente desenvolvido. As enzimas são eficientes catalisadores em sistemas biológicos (Stryer, 1995), tornando os nutrientes mais disponíveis para o animal e suplementando a produção de enzimas endógenas do animal (STRADA et al., 2005).

Na terceira semana de vida os valores observados (Figura 7) foram, para a madrugada (24,7°C), dia (25,7°C), tarde (26,2°C) e noite (25,0°C), as aves nesta idade, estariam em conforto térmico (temperatura ideal 26-29°C), apenas no

período da tarde, para os outros períodos, seria necessário também uma fonte de aquecimento, já que os valores médios de temperatura ficaram abaixo da faixa de conforto (Tabela 1), sendo que no período da madrugada ($24,7^{\circ}\text{C}$) foi registrado a menor média.

Na quarta semana de vida os valores observados (Figura 8) foram, para a madrugada ($23,4^{\circ}\text{C}$), dia ($25,8^{\circ}\text{C}$), tarde ($27,0^{\circ}\text{C}$) e noite ($24,6^{\circ}\text{C}$), as aves nesta idade, não estariam em conforto térmico (temperatura ideal $23\text{-}26^{\circ}\text{C}$), apenas no período da tarde, para esse período seria necessário um sistema de resfriamento mais eficiente, já que o valor médio de temperatura ficou acima da faixa de conforto (Tabela 1), sendo que no período da tarde ($27,0^{\circ}\text{C}$) foi registrado a maior média.

Já na quinta, sexta e sétima semana de vida os valores observados (Figuras 9, 10 e 11), para as aves nestas idades, não estariam em conforto térmico em nenhum dos períodos, para esses períodos seria necessário um sistema de resfriamento mais eficiente, já que os valores médios de temperatura ficaram acima da faixa de conforto (Tabela 1), sendo que no período da tarde foi registrado a maior média para todas essas semanas de vida, $25,9^{\circ}\text{C}$, $29,2^{\circ}\text{C}$, $27,4^{\circ}\text{C}$, quinta, sexta e sétima semana, respectivamente.

Segundo Welker et al. (2008), esse desconforto faz com que as aves necessitem de mecanismos físicos para manter a sua temperatura corporal constante.

As médias das umidades relativas do ar registradas durante todas as semanas de vida das aves no interior do galpão, constam nas Figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18.



Figura 12 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na primeira semana de idade em São Cristóvão.

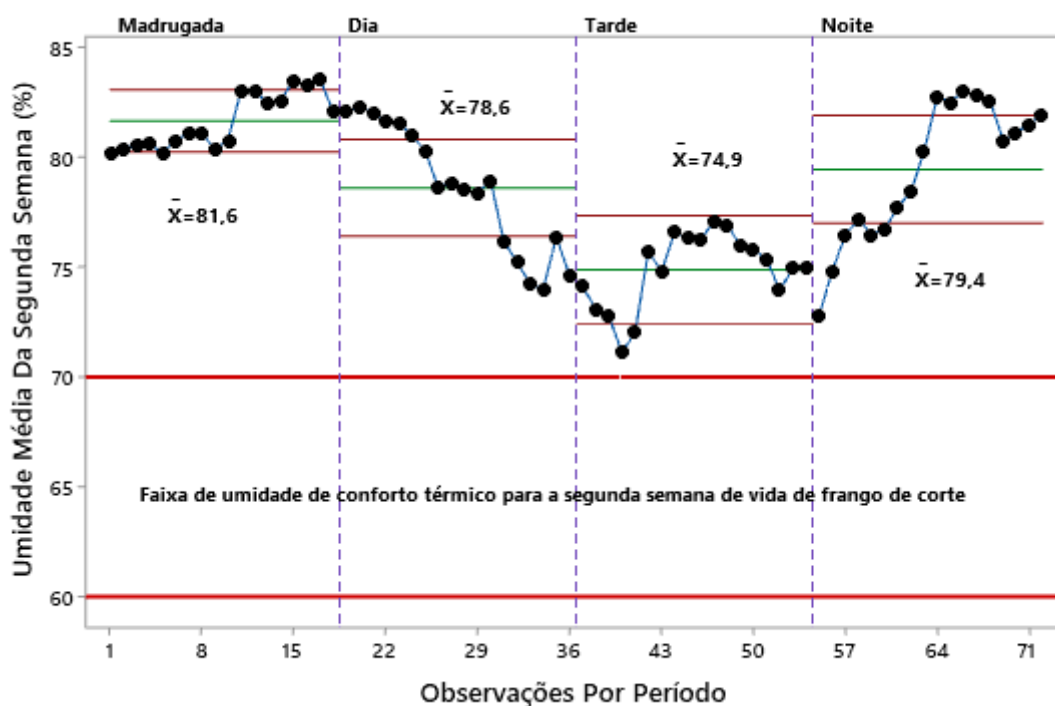


Figura 13 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na segunda semana de idade em São Cristóvão.

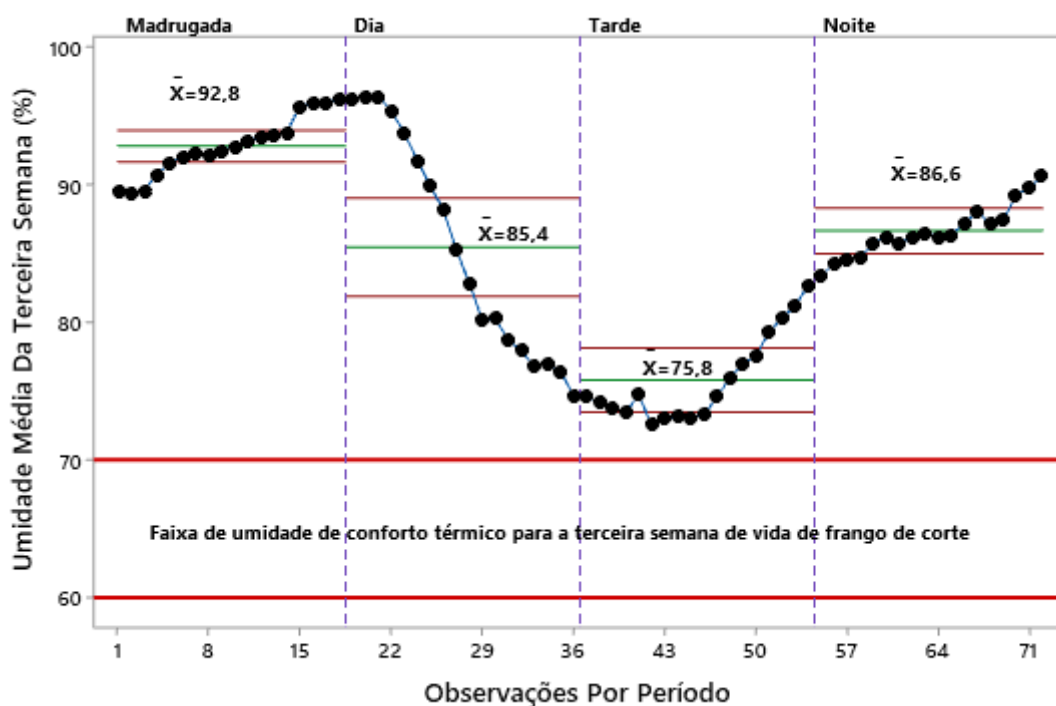


Figura 14 – Carta de controle individual para a umidade média obtida para aves na terceira semana de idade em São Cristóvão.

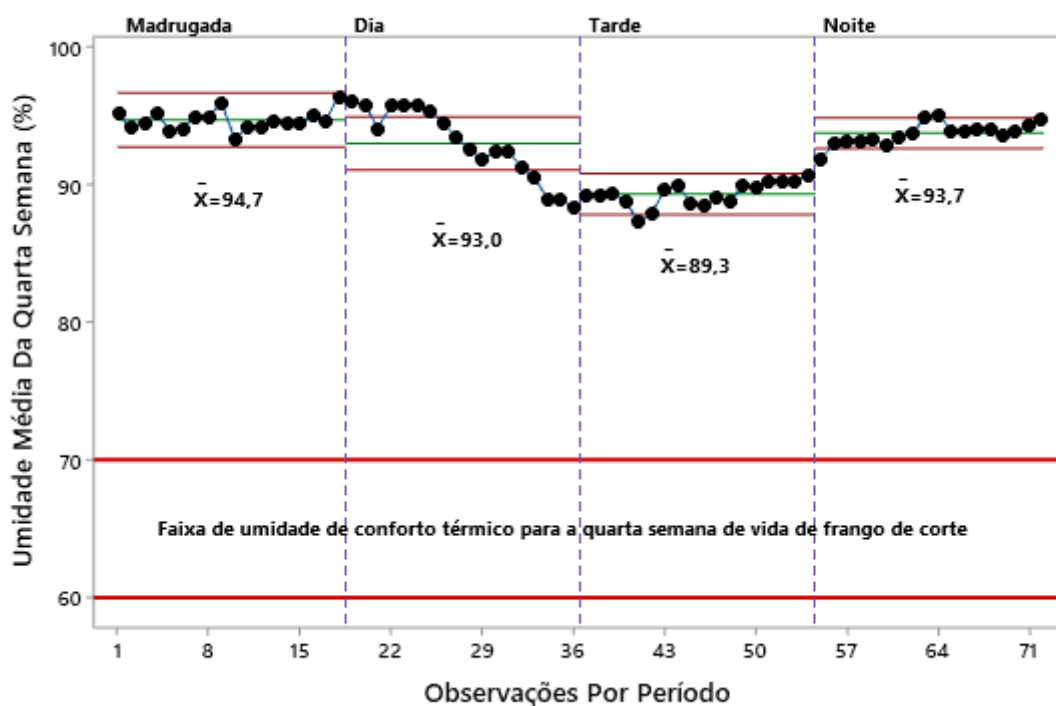


Figura 15 – Carta de controle individual para a umidade média obtida para aves na quarta semana de idade em São Cristóvão.

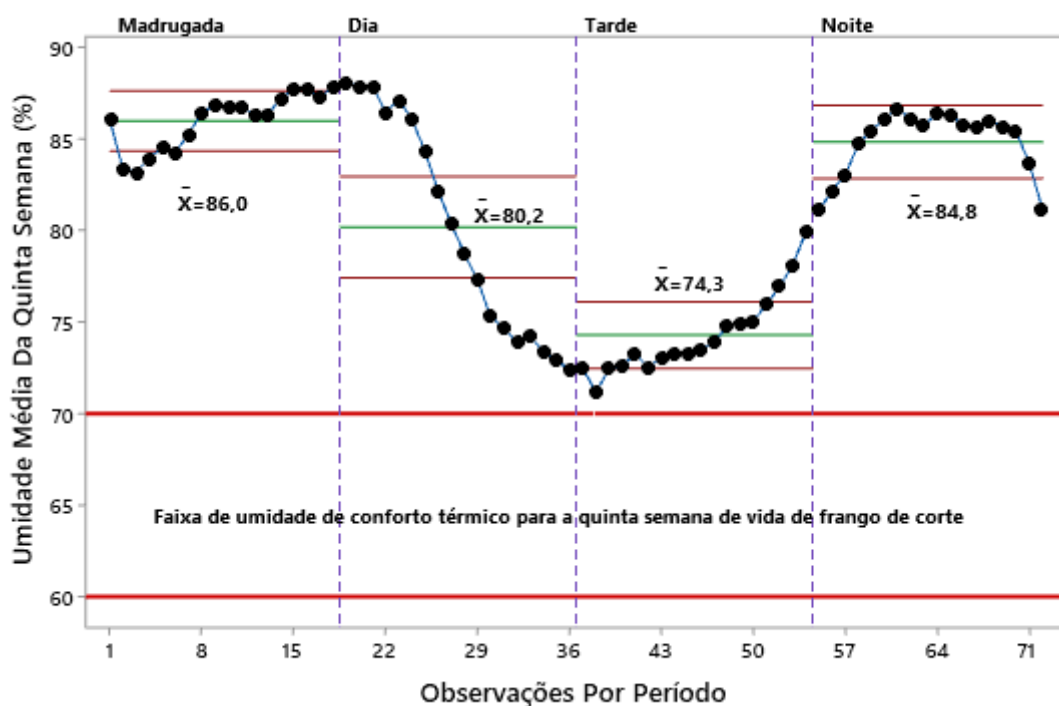


Figura 16 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na quinta semana de idade em São Cristóvão.

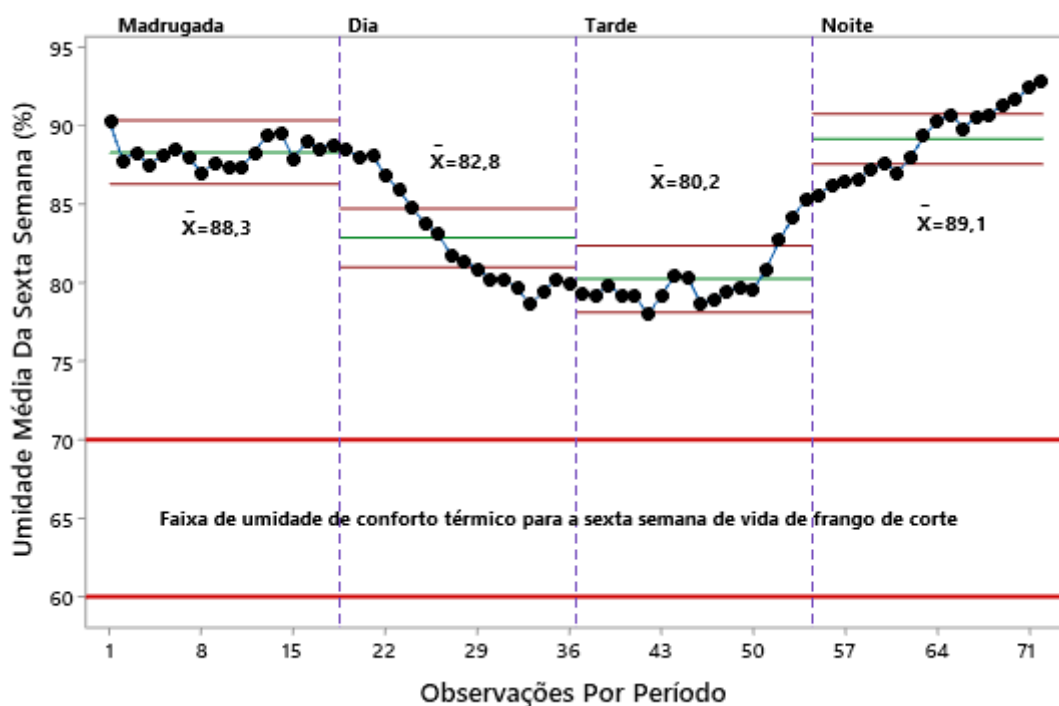


Figura 17 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na sexta semana de idade em São Cristóvão.

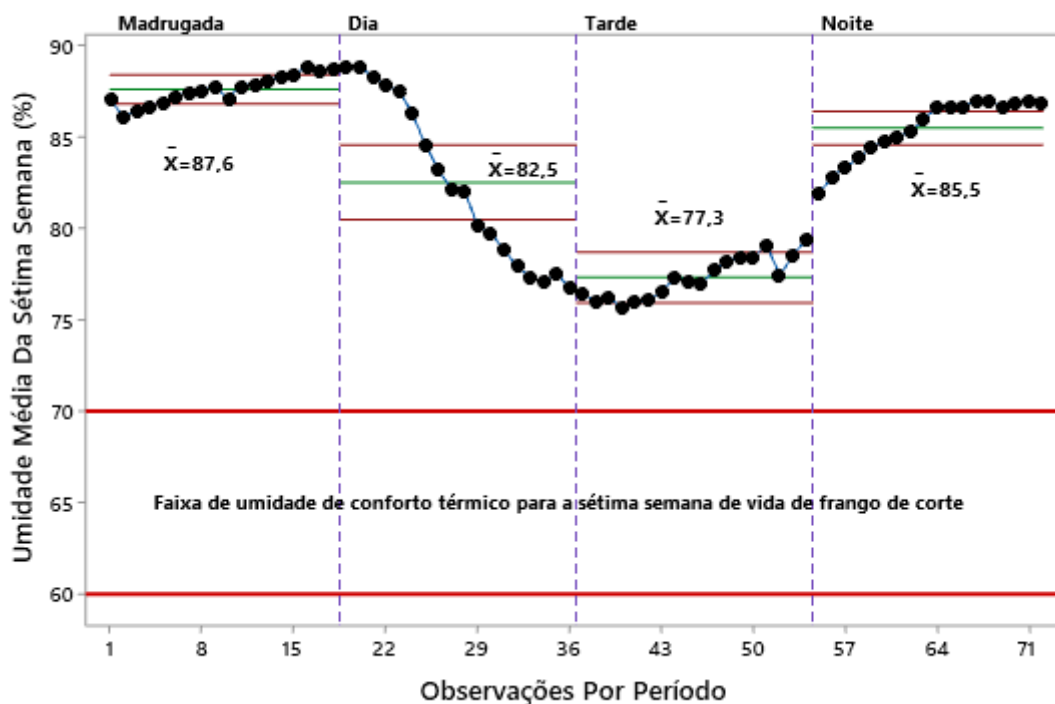


Figura 18 – Carta de controle individual para a umidade média obtido para aves na sétima semana de idade em São Cristóvão.

Observou-se que os valores médios da umidade relativa (Figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18), no interior do galpão durante os períodos madrugada, dia, tarde e noite, referente ao ciclo de vida de aves de corte, estão acima da faixa de conforto (Tabela 1). As aves nestas idades, não estariam em conforto térmico (umidade ideal 60-70%), para essas semanas seria necessário um equipamento capaz de diminuir a umidade dentro do galpão. Tinôco et al. (2004), considera como umidade relativa do ar ideal entre 50 e 70%.

A capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave tem de remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória. Todo esse processo que a ave realiza no sentido de manutenção da homeotermia promove modificações fisiológicas que podem comprometer seu desempenho (OLIVEIRA et. al., 2006). Neste caso, se a umidade for elevada, a evaporação é lenta, reduzindo-se a perda de calor e alterando o equilíbrio térmico da ave (VALÉRIO, 2000).

Os dois elementos meteorológicos temperatura e umidade são altamente correlacionados ao conforto térmico animal, uma vez que, em temperaturas muito

elevadas, o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar (BAÊTA & SOUZA, 1997).

As aves, por serem homeotérmicas, produzem calor constantemente, porém, em baixas temperaturas, aumentam a produção de calor, de umidade e do dióxido de carbono como subprodutos de sua atividade biológica (CURTIS, 1983). Na zona de conforto, a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético; assim, na zona de termoneutralidade, a fração de energia metabolizável utilizada para a termogênese é mínima e a energia líquida de produção é máxima (MACARI et al., 1994).

A maior taxa de formação de órgãos vitais, como coração, pulmão, sistema digestivo e imunológico, ocorre durante os primeiros 7 dias de vida dos pintos (FUNCK & FONSECA, 2008). Para que esse desenvolvimento seja normal, os pintos necessitam absorver todos os nutrientes e anticorpos contidos no saco embrionário e isso só ocorre se forem mantidos em condições ideais de temperatura e umidade e ingerirem água e ração (FUNCK & FONSECA, 2008).

Aves criadas no calor seco estão submetidas a menor nível de estresse, pois a umidade relativa apresenta relação inversamente proporcional à dissipação de calor por evaporação (OLIVEIRA et. al., 2006).

De acordo com (Vigoderis, 2006), a umidade relativa do ar dentro do galpão tende a declinar consideravelmente, quando a temperatura do ar atinge seus níveis mais altos durante o dia. Esse comportamento da umidade foi observado dentro do galpão.

As médias do índice de temperatura e umidade (ITU) registrados durante todas as semanas de vida das aves no interior do galpão, constam nas Figuras 19, 20, 21, 22, 23, 24 e 25.

Observando a Figura 19 do ITU, referente a primeira semana de vida os valores médios encontrados, para os períodos madrugada (77,7), dia (79,0), tarde (79,0) e noite (77,9), as aves nesta idade, estariam em conforto térmico (ITU ideal 72,4-80,0), já que os valores médios de ITU ficaram dentro da faixa de conforto (Tabela 1), sendo que nos períodos, do dia e da tarde foram registrados as maiores médias. Mas se analisarmos esses valores em relação a Tabela 2, podemos verificar que as aves nesta idade, estariam em condições de alerta e perigo nos períodos da madrugada, dia e noite. Já no período da tarde na condição de emergência.

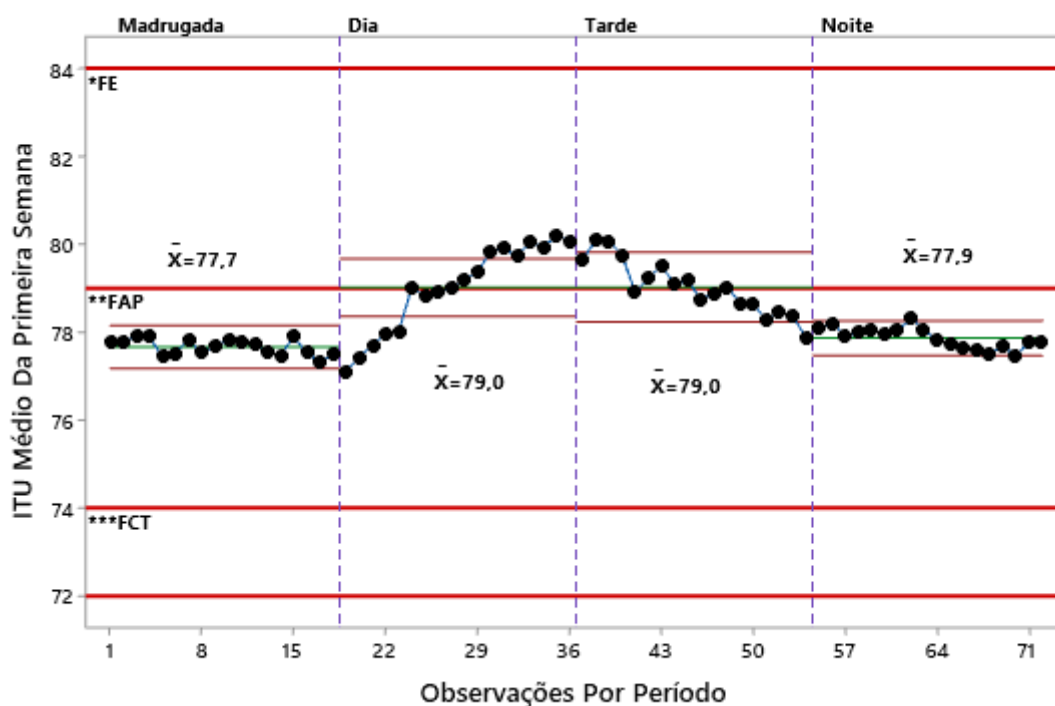


Figura 19 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na primeira semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.

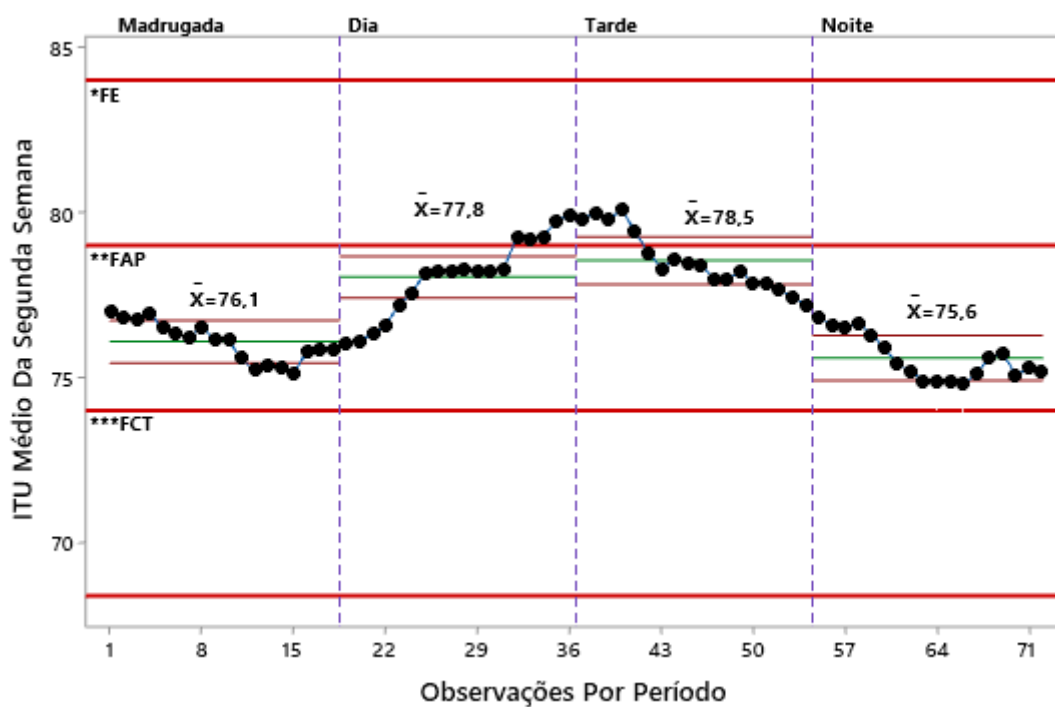


Figura 20 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na segunda semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.

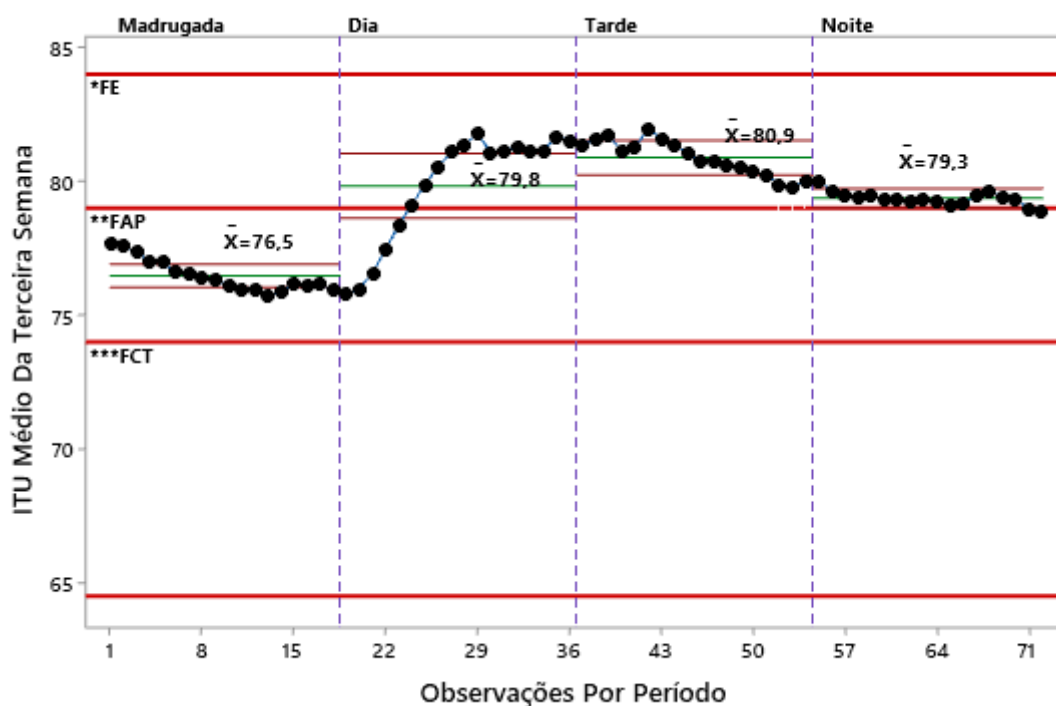


Figura 21 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na terceira semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.

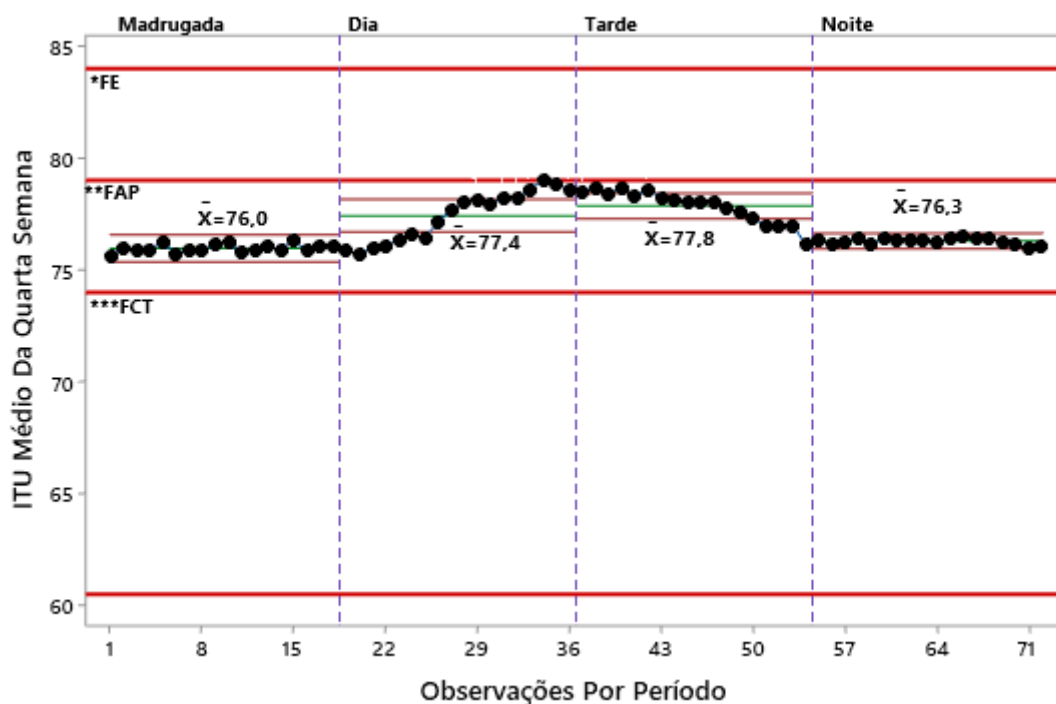


Figura 22 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na quarta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.

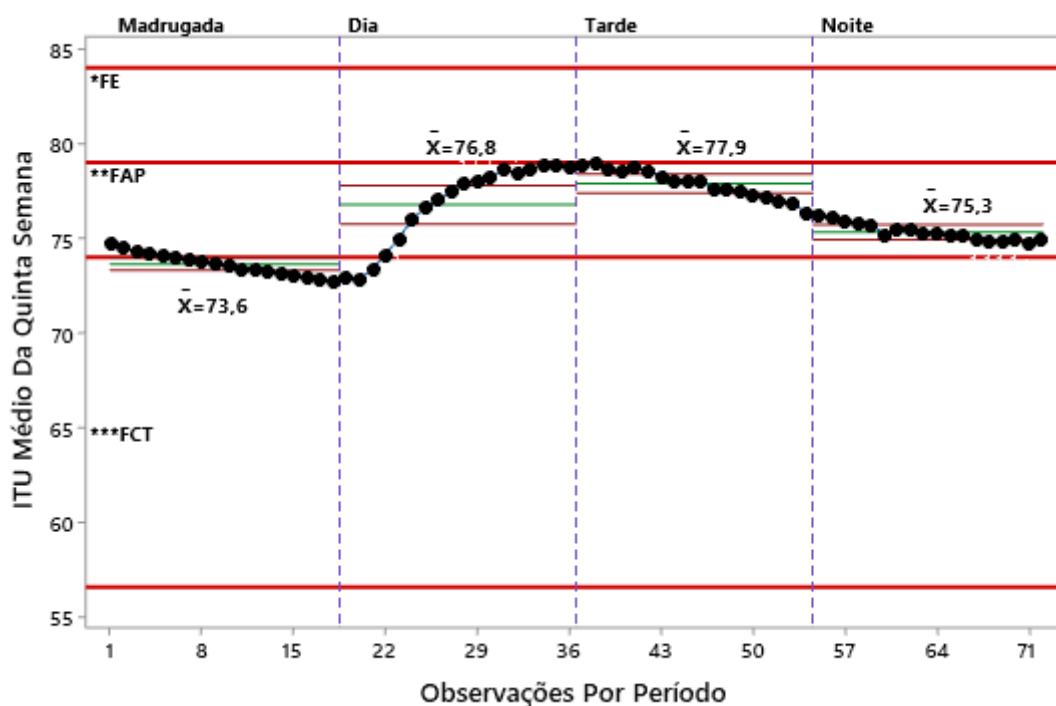


Figura 23 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na quinta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.

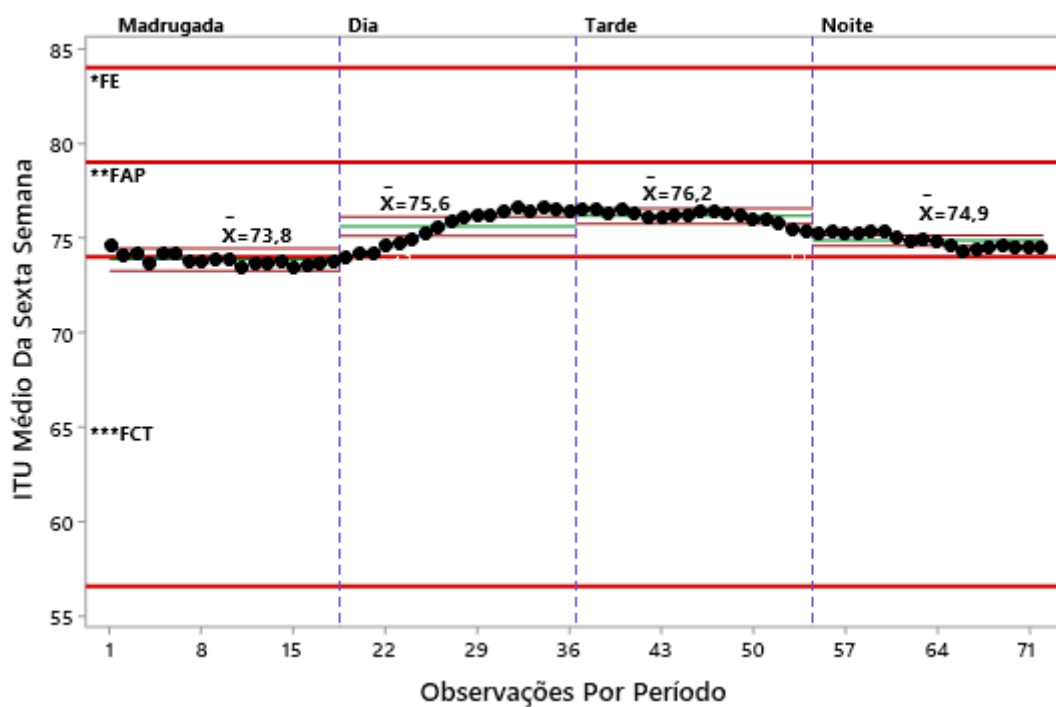


Figura 24 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na sexta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.

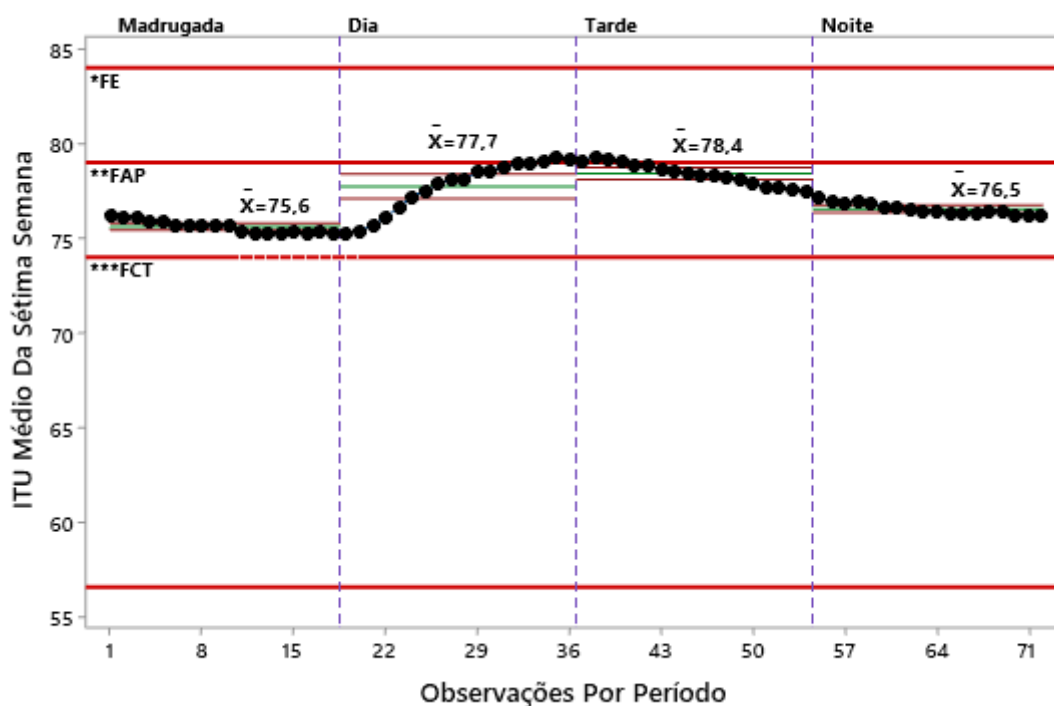


Figura 25 – Carta de controle individual para o ITU médio obtido para aves na sétima semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de emergência. **Faixa de alerta e perigo. ***Faixa de conforto térmico.

Na segunda semana de vida os valores médios encontrados (Figura 20), para os períodos madrugada (76,1), dia (77,8), tarde (78,5) e noite (75,6), seguem o mesmo comportamento da primeira semana.

Nas outras cinco semanas seguintes o ITU médio ficou acima da faixa de conforto.

De modo geral, os valores de ITU aumentaram até às 12:00 h e posteriormente reduziram até as 18:00 h tendo os seus valores máximos alcançados conforme as cartas de controle no período da tarde, durante todo o período de criação das aves.

De acordo com Nascimento et al. (2011), os valores de ITU podem ser classificados como conforto (entre 64 e 74), alerta e perigo (74 a 79) e emergência (79 a 84). Desta forma, percebe-se que, nenhum período, durante todo o período de criação das aves, os valores ITU estiveram dentro daqueles considerados de conforto para aves. Estes resultados evidentemente foram influenciados pelas altas temperaturas e umidades verificadas, durante todo o período de criação das aves.

As médias do índice de temperatura e umidade de globo negro (ITGU) registrados durante todas as semanas de vida das aves no interior do galpão, constam nas Figuras 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32.

Os valores médios de ITGU, em função dos horários de observação, durante a primeira semana de vida das aves, estão na Figura 26. Pode-se observar que as condições de conforto (ITGU ideal 83,2-88,2) foram alcançadas durante todos os períodos, madrugada (85,1), dia (86,9), tarde (85,8) e noite (85,3), referente ao ciclo de vida de aves de corte, estão na faixa de conforto (Tabela 1 e 2).

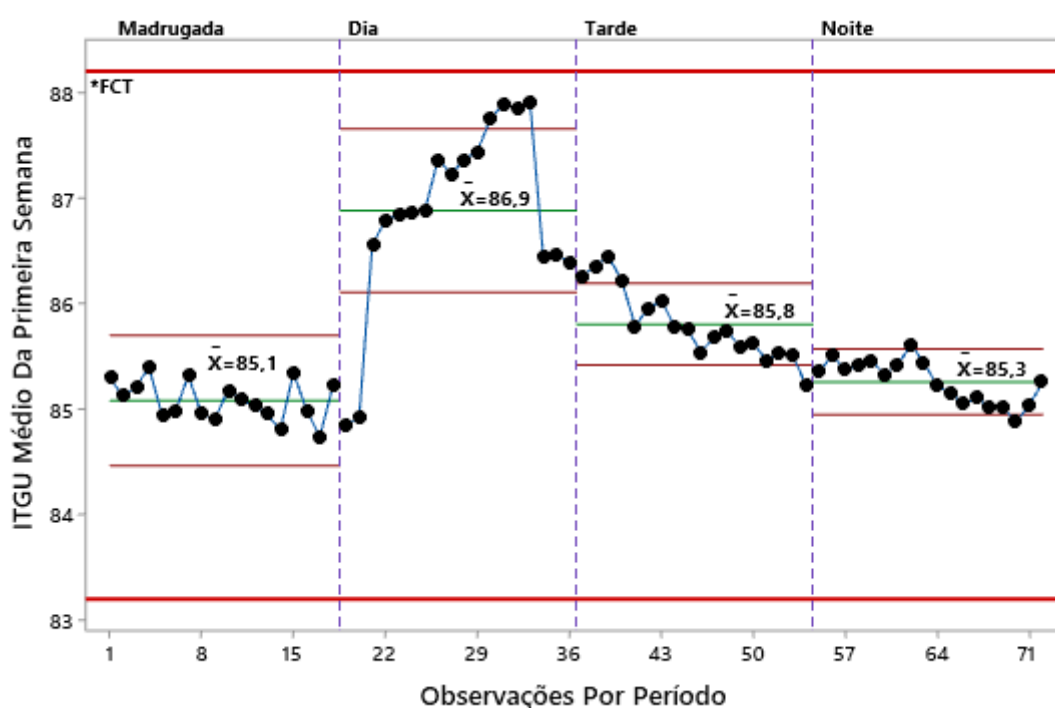


Figura 26 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na primeira semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico.

Os valores de ITGU máximos observados nas cartas de controle atingiram seu valor máximo no período da tarde, fato que coincide com os horários de maior temperatura do ar. Rosa (1984) considera que a elevação das temperaturas das vizinhanças do globo negro, e, principalmente, das temperaturas do solo aquecido e da superfície inferior da cobertura contribuem para a elevação dos valores de ITGU nos horários mais quentes do dia.

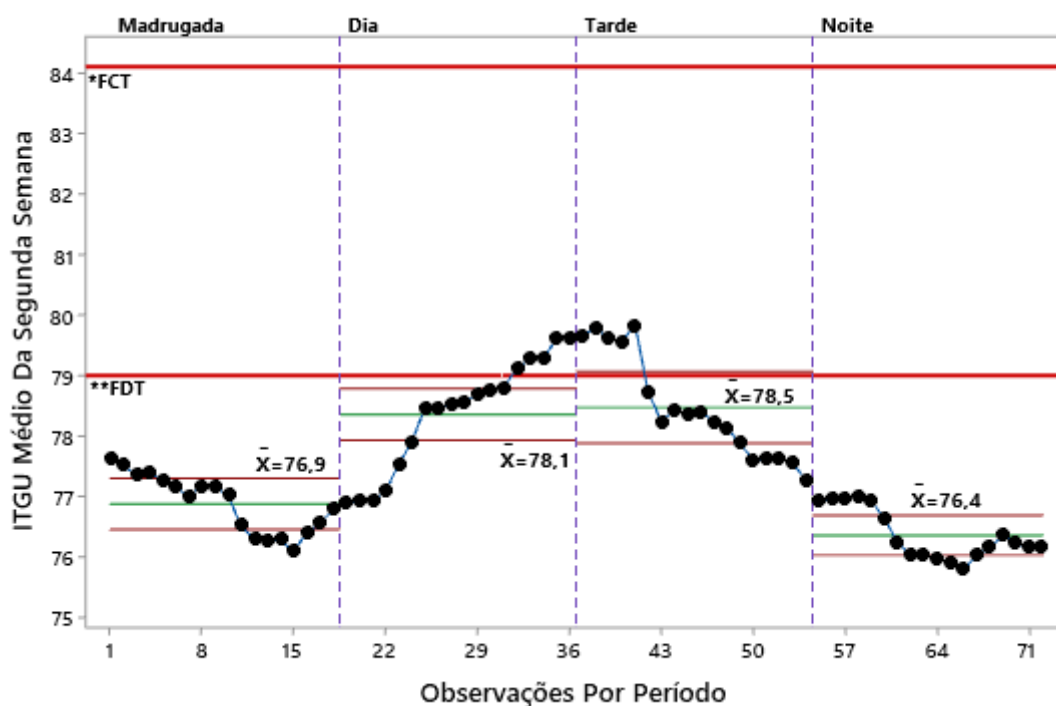


Figura 27 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na segunda semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico. **Faixa de desconforto térmico.

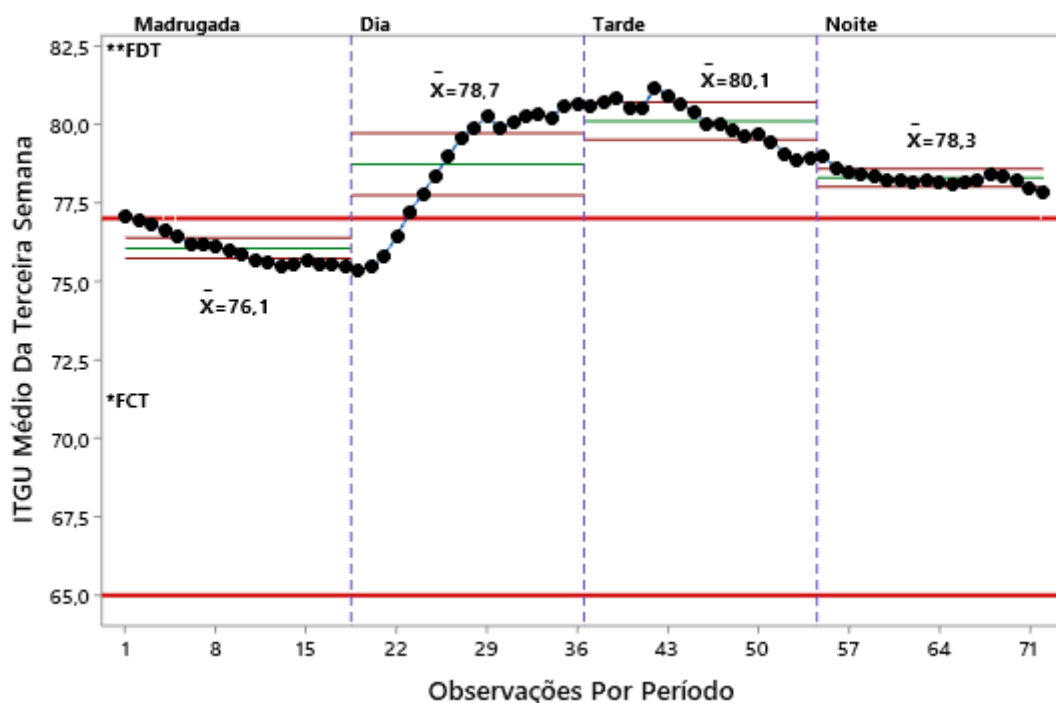


Figura 28 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na terceira semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico. **Faixa de desconforto térmico.

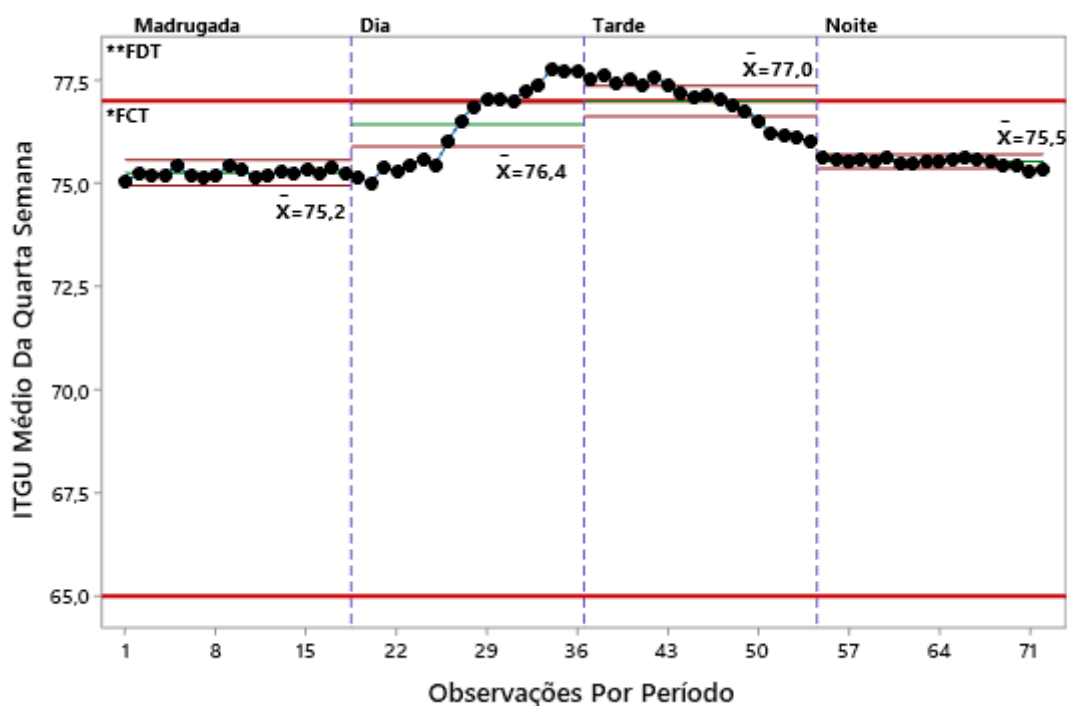


Figura 29 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na quarta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico. **Faixa de desconforto térmico.

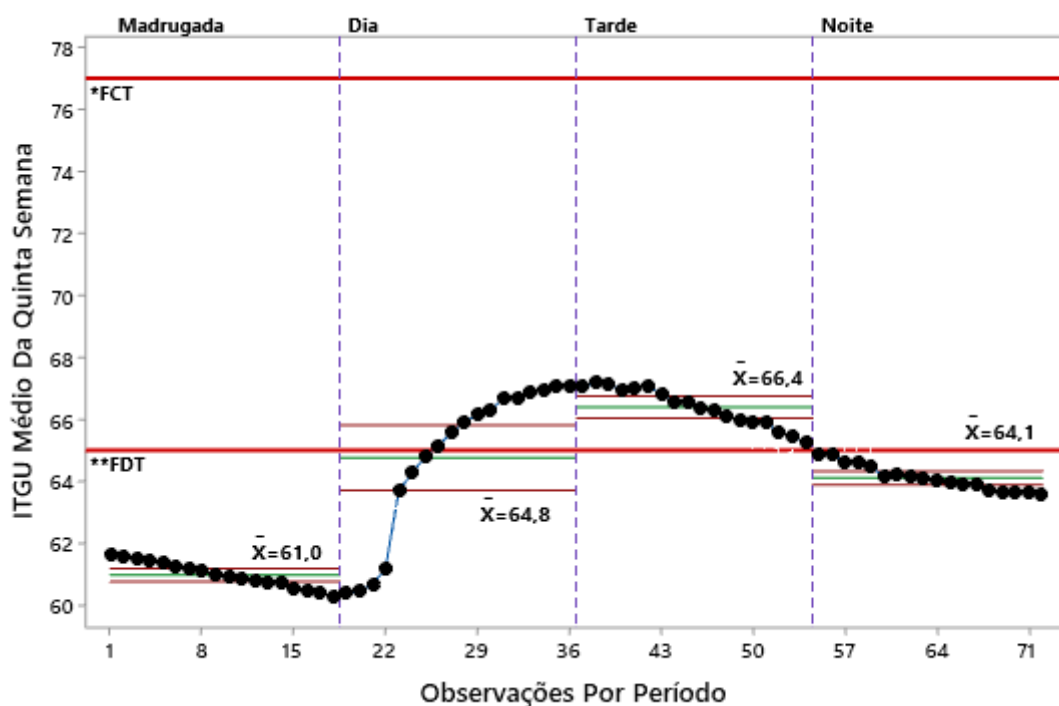


Figura 30 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na quinta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico. **Faixa de desconforto térmico.

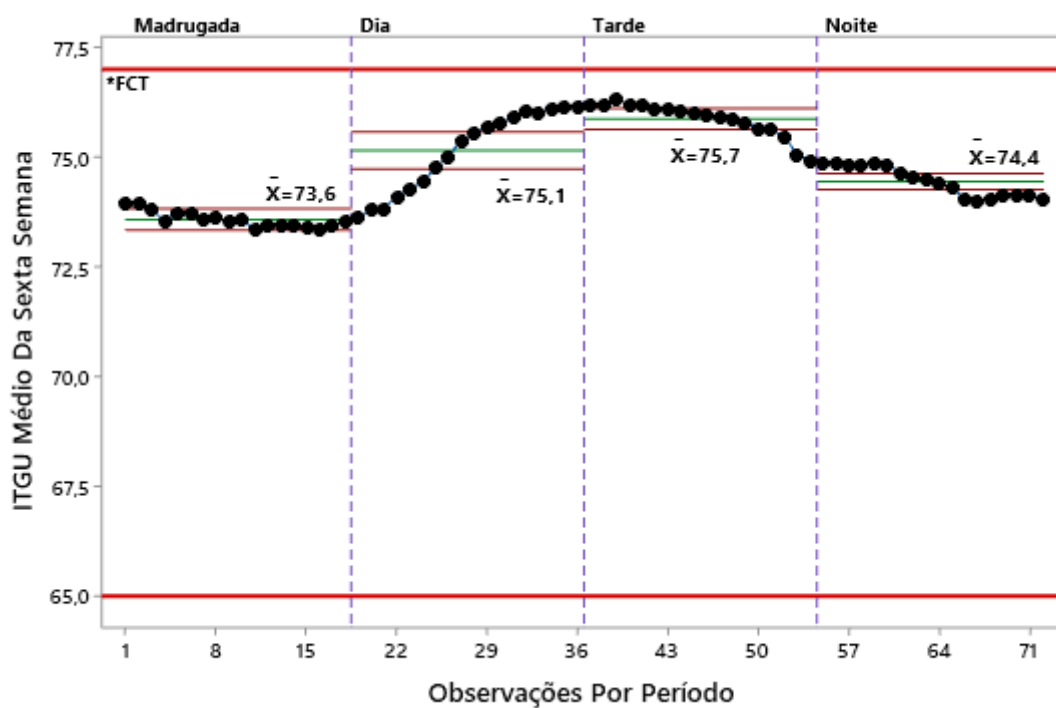


Figura 31 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na sexta semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico.

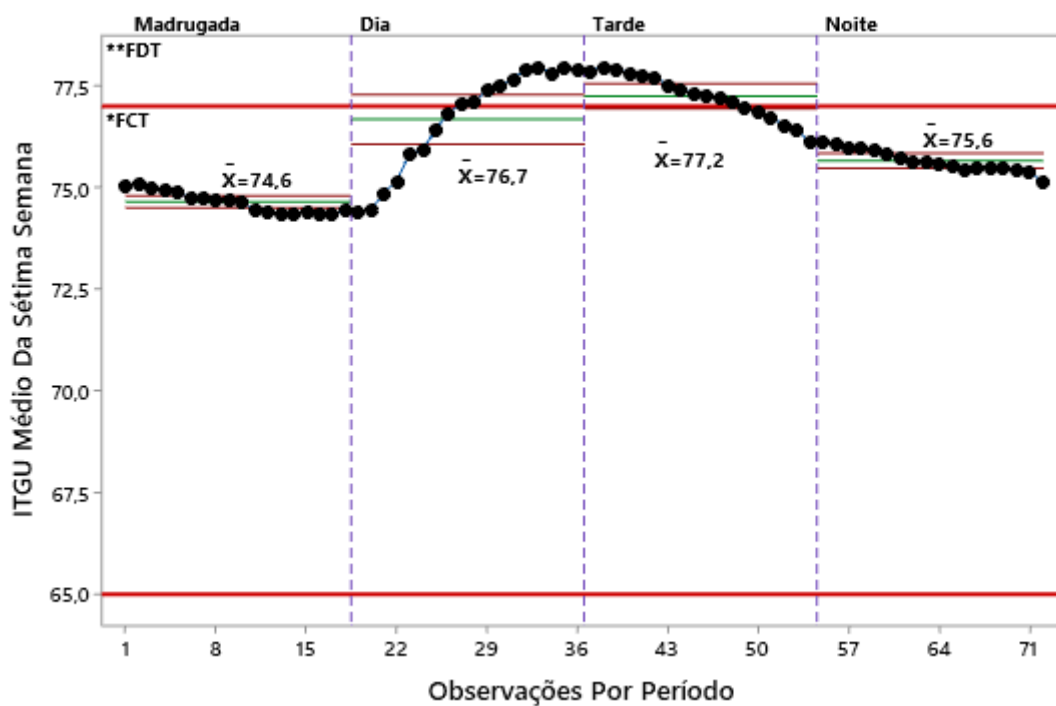


Figura 32 – Carta de controle individual para o ITGU médio obtido para aves na sétima semana de idade em São Cristóvão. *Faixa de conforto térmico. **Faixa de desconforto térmico.

Esse maior valor do ITGU pode ser explicado pelo calor desprendido pelas aves, resultante da ação dos mecanismos fisiológicos para a manutenção de sua homeotermia, o que afeta diretamente, a temperatura de globo negro, variável importante deste índice, corroborando os resultados encontrados por ZANOLLA et al. (1999), por FURTADO et al. (2003) e por MENEGALI (2009).

Nos primeiros 21 dias do trabalho, os valores de ITGU observados variaram de 76,1 a 86,9, de acordo com alguns autores estes valores estão dentro da faixa de conforto térmico, para essa fase de criação das aves (MEDEIROS, et al., 2005 a; SARMENTO et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2006 e JÁCOME et al., 2007, ABREU & ABREU, 2001, NASCIMENTO et al., 2011).

Os valores de ITGU observados neste trabalho, dos 21 aos 49 dias, variaram de 61,0 a 77,2. Vários autores consideram que, nesta fase de criação das aves, os valores de ITGU variando de 65 até 77 representam conforto térmico para aves (MEDEIROS, et al., 2005 a; SARMENTO et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2006 e JÁCOME et al., 2007). Os valores de ITGU verificados neste trabalho mostram que as aves estiveram dentro da faixa de conforto térmico, sendo que os maiores valores observados ocorreram no período da tarde, se aproximaram do que seria considerado conforto térmico, com valores de ITGU um pouco superior a 77. O ITGU é considerado por diversos autores como sendo um índice mais completo, se comparado ao ITU, uma vez que incorpora em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, umidade relativa, radiação e velocidade do ar (BUFFINGTON et al., 1981).

De acordo com os resultados encontrados, o Laboratório de Metabolismo de Aves (LBMA), do Departamento de Zootecnia, localizado no município de São Cristóvão/SE, no período da avaliação (17/06/2019 a 04/08/2019), não apresentou as condições para um ótimo desenvolvimento dos frangos, fazendo-se necessário investimentos em equipamentos que promovam a correção do ambiente dentro das instalações para estabelecer níveis ideais de conforto térmico.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Silva (2007) e Silva et al. (2004), que avaliaram as Mesorregiões do Nordeste e Norte pioneiro Paranaense e Metropolitana de Curitiba - PR, respectivamente. Ao avaliar diferentes cidades, esses autores não encontraram dentre elas uma que atendesse as necessidades ambientais para todas as fases de criação de aves de corte. Assim, como Castro et. al. (2009) e Franca et al. (2007) ao fazer um diagnóstico bioclimático para os municípios de Diamantina-MG e Campina Grande-PB, concluiu que o bioclima dentro das

instalações deveria ser modificado para que os animais pudessem expressar seu máximo potencial genético.

4.CONCLUSÕES

De acordo com os resultados encontrados, o Laboratório de Metabolismo de Aves (LBMA), do Departamento de Zootecnia, localizado no município de São Cristóvão/SE, no período da avaliação (17/06/2019 a 04/08/2019), não apresentou as condições para um ótimo desenvolvimento dos frangos, fazendo-se necessárias alterações no ambiente de criação para obter-se condições ideais de conforto térmico para a produção de aves de corte. Para tal, também

se sugere a realização de um estudo da viabilidade econômica, considerando os investimentos para se adequar o ambiente a essa produção.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Diagnóstico bioclimático para a produção de aves no Oeste paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: UNIOESTE/SBEA, 2001. 1 CD-ROM.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. Re vista Brasileira de Zootecnia, v. 40, n. 2, p. 1-14, 2011. AOSONG. AM2302 (DHT22). Disponível em: <<http://www.aosong.com/en/products/details.asp?id=117>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

BAÊTA, F. C. e SOUZA, C. F. Ambiência em Edificações Rurais – Conforto Animal. Viçosa. UFV. 1997.

BRIDI, A. M. Instalações e Ambiência em Produção Animal. Cartilha digital. Acesso:30 de abril de 2019. Disponível em: http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Biostatologia_arquivos/InstalacoeseAmbienciameProducaoAnimal.pdf

BUFFINGTON, D.E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transaction of the ASAE, American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, v.24, n.3, 1981. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.34325>

CASA, A. C.; RAVELO, A. C. Acessing temperature and humidity dairy cattle in Córdoba, Argentina. International Journal of Biometeorology, V.48, n.1, p.6-9, 2003.

CASTRO, J. O.; SANTOS, G. C.; AGUIAR, E. F.; SOUSA, F. A.; ALMEIDA, A. K.; CAMPOS, A. T. Avaliação do Índice de Temperatura e Umidade para as Diferentes Fases de Produção de Aves no Município de Diamantina - MG. In: XIII INIC / IX EPG / III Inic Jr., 2009, São José dos Campos. Anais XIII INIC / IX EPG / III Inic Jr., 2009.

COLLIER, R. J., GEBREMEDHIN, K. G. Thermal biology of domestic animals. *Annu Rev Anim Biosci*, 3:513–532, 2015. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022114-110659>

CURTIS, S. E.; Environmental management in animal agriculture, 2ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 407p, 1983.

FERREIRA, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos bovinos. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005, 371 p.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande/PB, v.7, n.3, p. 559-564, 2003.

FRANCA, M. L.; CAMERINI, N. L.; MENDES, L. B.; SILVA, V. R.; FURTAD, D. A. Diagnóstico bioclimático para aves de corte no Município de Campina Grande-PB. *Revista Educação Agrícola Superior*, V.22, n.1, p.53-56, 2007.

FUNCK, Sandro R.; FONSECA, Ricardo A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 91-97, Feb. 2008.

FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. Anais... Chapeco: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, 2006. p. 104-135.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: Macari, M.; Furlan R.L.; Gonzales, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. 2ed. Jaboticabal: Funesp, p.209-230, 2008.

HERBUT, P.; ANGRECKA, S.; GODYŃ, D.; HOFFMANN, G. The physiological and productivity effects of heat stress in cattle – a review, *Annals of Animal Science*, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0011>

HERBUT, P.; ANGRECKA, S.; WALCZAK, J. Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle – a review. *International Journal Biometeorology*. v.62, p. 2089–2097, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1629-9>

HILL D.L., WALL E. Dairy cattle in a temperate climate: the effects of weather on milk yield and composition depend on management. *Animal*, v.9, p. 138-149, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731114002456>

JÁCOME, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste

do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.11, n.5, p.527-531, 2007.

LIMA, K.R.S.; ALVES, J.A.K.; ARAÚJO, C.V.; MANNO, M.C.; JESUS, M.L.C.; FERNANDES, D.L.; TAVARES, F. Avaliação do ambiente térmico interno em galpões de frango de corte com diferentes materiais de cobertura na mesorregião metropolitana de Belém. Revista de Ciências Agrárias, n.51, p. 37-50, 2009.

MACARI, M., FURLAN, R.L. e MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: Produção de Frangos de Corte. Ed. FACTA. Campinas. 2004.

MACARI, M.; FURLAN, L. F.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. São Paulo: FUNEP/ UNESP, 1994. 296p.

MAYORGA E. J.; RENAUDEAU DAVID; RAMIREZ B. C.; JASON W. ROSS; BAUMGARD L. H. Heat stress adaptations in pigs, Animal Frontiers, v. 9, No. 1, p. 54–61, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/af/vfy035>

MEDEIROS, M.M.; BAETA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. Engenharia na Agricultura, v.13, n.4, p.277-286, 2005.

MENEGALI, I. Projeto e avaliação de diferentes sistemas de ventilação mínima e diagnóstico de sua influência no desempenho produtivo de frangos de corte. 100 p. Viçosa. Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia Agrícola – UFV. 2009.

NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NÃÃS, I. A.; RODRIGUES, L. H. A.; Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. Engenharia Agrícola, v. 31, n 2, p. 219- 229, 2011.

NAZARENO, A.C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.P.; GIONGO, P.R.; PEDROSA, E.M.R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, n. 6, p. 802–808, 2009.

OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., ABREU, M. L. T., FERREIRA, R. A., VAZ, R. G. M. V., CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

PAINES, P. A. (2014). Desenvolvimento de Kit Didático de Geração de Energia Solar. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

RIVERO, R.O.; Arquitetura e Clima: acondicionamento térmico natural. 2.ed. Porto Alegre. D.C. Luzzato, 1986, 240p.

ROSA, L. C. (2009). Introdução ao Controle Estatístico de Processos. Santa Maria, Ed. da UFSM.

ROSA, Y. B. C. J. Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico em condições de verão, para Viçosa-MG. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa/MG, 1984.

SARMENTO, L. G. V., DANTAS, R. T., FURTADO, D. A., NASCIMENTO, J. W. B., SILVA, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. *Revista Agropecuária Técnica*, v.26, n. 2, 2005.

SILVA, E. T. Índice de temperatura e umidade (ITU) na produção de aves para a Mesoregião do Nordeste e Norte pioneiro Paranaense. *Revista Acadêmica*, V.5, n.4, p.385,390, 2007.

SILVA, E. T.; LEITE, D. G.; YURI, F. M.; NERY, F. S. G.; REGO, J. C. C.; ZANATTA, R. A.; SANTOS, S. A.; MOURA, V. V. Índice de temperatura e umidade (ITU) na produção de aves na Mesoregião Metropolitana de Curitiba– PR. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, V. 2, n.3, p.47-60, 2004.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 2, n. 1. 2001.

TINÔCO, I.F.F.; FIGUEIREDO, J.L.A.; SANTOS, R.C. et al. Placas porosas utilizadas em sistemas de resfriamento evaporativo. *Revista Engenharia na Agricultura*, v.12, n.1, p.17-23, 2004.

THOM, E.C.; The discomfort index. *Weatherwise*, v.12, Boston, 1959, p.57-60. DOI: <https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>

VALÉRIO, S. R. Ambiência, instalações e equipamentos avícolas. In: LANA, G.R.Q. (Ed.) *Avicultura*. Piracicaba: Livraria e Editora Rural, 2000. p.126-158.

VIGODERIS, R.B. Sistemas de aquecimento de aviários e seus efeitos no conforto térmico ambiental, qualidade do ar e performance animal, em condições de inverno, na região sul do Brasil. Viçosa: UFV, 2006. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, 178 p., 2006.

ZANOLLA, N. et. al. Sistema de ventilação em túnel e lateral na criação de frangos de corte em alta densidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental/PB*, v.3, n.3, p. 361-366, 1999.